

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
18. Juli 2002 (18.07.2002)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 02/055980 A1**

(51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: **G01M 17/007**

(72) Erfinder; und

(21) Internationales Aktenzeichen: **PCT/DE02/00026**

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **WIESER, Norbert**  
[DE/DE]; Dekan Adler Str. 3, 91322 Gräfenberg (DE).

(22) Internationales Anmeldedatum:  
8. Januar 2002 (08.01.2002)

(74) Gemeinsamer Vertreter: **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT**; Postfach 22 16 34, 80506 München (DE).

(25) Einreichungssprache: **Deutsch**

(81) Bestimmungsstaat (national): **US**.

(26) Veröffentlichungssprache: **Deutsch**

(30) Angaben zur Priorität:  
101 01 582.8 15. Januar 2001 (15.01.2001) **DE**

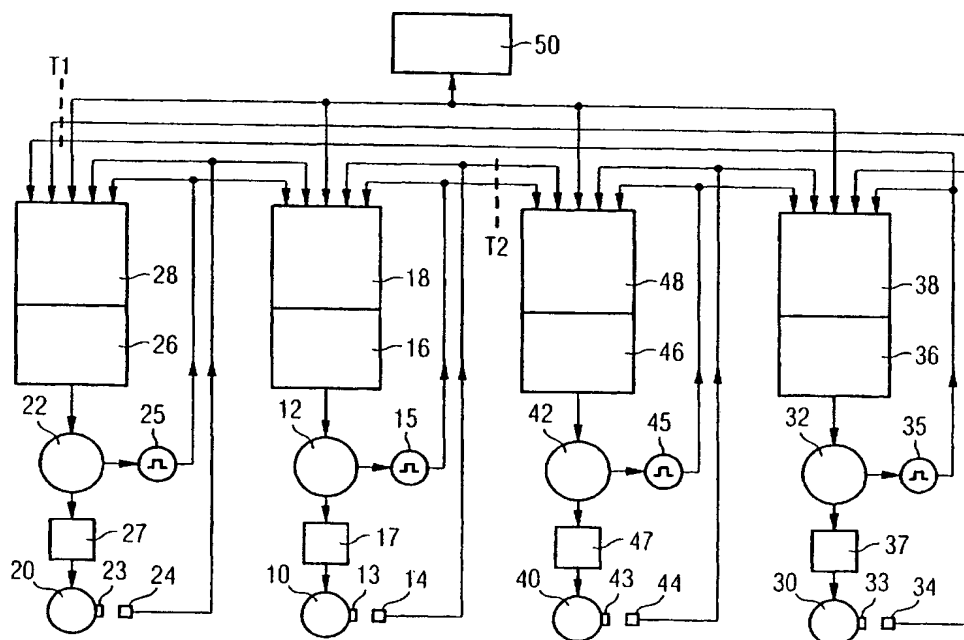
(84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT** [DE/DE]; Wittelsbacherplatz 2, 80333 München (DE).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: **METHOD FOR SYNCHRONISATION CONTROL OF A VEHICLE TESTING STAND**

(54) Bezeichnung: **VERFAHREN ZUR GLEICHLAUFREGELUNG BEI EINEM KRAFTFAHRZEUGPRÜFSTAND**



(57) Abstract: The invention relates to a method for the synchronisation control of a vehicle testing stand which comprises four cylinders (10, 20, 30, 40) and four asynchronous motors (12, 22, 32, 42). Each of the asynchronous motors is used to actuate one of the cylinders. Each cylinder is associated with a speed/angle rotation. The synchronisation control takes place on electronically in the form of a ring structure.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

**Aktenzeichen:** 101 01 582.8

**Anmeldetag:** 15. Januar 2001

**Anmelder/Inhaber:** Siemens Aktiengesellschaft, München/DE

**Bezeichnung:** Verfahren zur Gleichlaufregelung bei einem Kraftfahrzeugprüfstand

**IPC:** G 01 M 17/007

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 15. Mai 2003  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Der Präsident  
Im Auftrag

Wenner

## Beschreibung

Verfahren zur Gleichlaufregelung bei einem Kraftfahrzeugprüfstand

5

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Gleichlaufregelung bei einem Kraftfahrzeugprüfstand.

10

Zur Überprüfung eines Fahrzeugs nach dessen Endmontage werden üblicherweise Tests durchgeführt. Diese erfolgen oft im Rahmen einer kostenintensiven Straßenfahrt.

15

Um derartige kostenintensive Straßenfahrten zu verkürzen oder völlig zu ersetzen, ist es bereits bekannt, einen Prüfstand zur Verfügung zu stellen, mittels welchem die Unebenheiten einer Straße simuliert werden können. Bekannte Prüfstände weisen Laufrollen mit nichtverstellbarem Profil auf. Sie sind deshalb unflexibel und nur zu einer eingeschränkten Überprüfung eines Fahrzeugs geeignet.

20

25

Weiterhin ist in der DE 299 18 490.0 bereits ein Fahrzeugprüfstand beschrieben, welcher profilierte Rollen aufweist. Jede dieser Laufrollen ist an ihrem Außenumfang mit einer Vielzahl von profilgebenden Klötzen versehen, welche jeweils in Radialrichtung der Laufrolle zum Zwecke einer Profiländerung der Laufrolle verstellbar sind. Die Laufrollen weisen jeweils eine Breite auf, die im Bereich des Ein- bis Zweifachen der Breite eines Fahrzeugreifens liegt. Weiterhin ist der Fahrzeugprüfstand mit einer Rechneinheit versehen, die zur Realisierung eines Prüfprogrammes dient. Beispielsweise kann die Rechneinheit so programmiert sein, dass im Rahmen des Prüfprogrammes automatisch unterschiedliche Straßenbeläge durch eine Verstellung der Klötze der Laufrollen simuliert werden.

35

Ferner ist es bereits bekannt, einen Gleichlauf der Walzen eines Kraftfahrzeugprüfstandes über eine mechanische Kupplung der Walzen sicherzustellen.

- 5 Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen neuen Weg zur Gleichlaufregelung bei einem Kraftfahrzeugprüfstand anzugeben, der die Flexibilität des Fahrzeugprüfstandes erhöht.

10 Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren mit den im Anspruch 1 angegebenen Merkmalen gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen.

15 Die Vorteile der Erfindung bestehen insbesondere darin, dass bei der Prüfung auf die Antriebs-Räder des Kraftfahrzeugs gezielt ein Drehmoment vorgegeben werden kann, um Berg- oder Talfahrten zu simulieren. Desweiteren ist es möglich, die mit einem Profil versehenen Walzen in ihrer Lage relativ zueinander zu verdrehen, so dass sich bei Kraftfahrzeug-Rütteltests  
20 eine andere Abfolge des simulierten Fahrbahnbelages ergibt. Durch geeignete Freigaben in der Regelung können auf einfache und schnelle Weise Prüfroutinen bei front-, heck- und allradgetriebenen Fahrzeugen realisiert werden.

25 Weitere vorteilhafte Eigenschaften der Erfindung ergeben sich aus deren beispielhaften Erläuterung anhand der Figuren. Es zeigt:

30 FIG 1 ein Blockdiagramm zur Erläuterung des Zusammenwirkens der einzelnen Bestandteile eines Kraftfahrzeugprüfstandes gemäß der Erfindung,

35 FIG 2 ein detaillierteres Strukturbild der Regelung in einer möglichen Betriebsart des Kraftfahrzeugprüfstandes und

FIG 3 ein detaillierteres Strukturbild der Regelung in einer weiteren möglichen Betriebsart des Kraftfahrzeugprüfstandes.

- 5 Ein Kraftfahrzeugprüfstand gemäß der Erfindung ist in zwei Betriebsarten betreibbar: Betriebsart 1: „Walze treibt Auto“ und Betriebsart 2: „Auto treibt Walze“.

10 In der Betriebsart 1 „Walze treibt Auto“ wird mittels einer übergeordneten Steuerung, beispielsweise über ein Bedienpanel, ein Drehzahl Sollwert vorgegeben. Unter Verwendung dieses Drehzahl Sollwertes erfolgt eine Ansteuerung von Asynchronmotoren, die ihrerseits Walzen antreiben, auf denen die Räder des Kraftfahrzeugs positioniert sind. Die Prüfstandsregelung  
15 sorgt nun dafür, dass alle vier Walzen im Winkelgleichlauf, ggf. unter Berücksichtigung einer vorgebbaren Relativstellung der Walzen zueinander betrieben werden. Das Kraftfahrzeug befindet sich bei dieser Betriebsart im ungebremsten, ausgekuppelten Zustand.

20

In der Betriebsart 2 „Auto treibt Walze“ wird die Solldrehzahl von einem Fahrer des Fahrzeugs indirekt durch eine entsprechende Betätigung des Gaspedals des Fahrzeugs vorgegeben. Die Betätigung des Gaspedals sorgt im eingekuppelten Zustand  
25 des Fahrzeugs für eine Drehbewegung der beiden Antriebsräder und eine entsprechende Kraftübertragung auf die Walzen. Auch in diesem Fall realisiert die Prüfstandsregelung einen Winkelgleichlauf aller Walzen, ggf. unter Berücksichtigung eines vorgebbaren Winkelversatzes.

30

Die FIG 1 zeigt ein Blockdiagramm zur Erläuterung des Zusammenwirkens der einzelnen Bestandteile eines Kraftfahrzeugprüfstandes gemäß der Erfindung.

- 35 Der gezeigte Kraftfahrzeugprüfstand weist vier Walzen 10, 20, 30, 40 auf. Auf der Walze 20 ist während des Prüfbetriebes das linke Vorderrad des Kraftfahrzeugs positioniert. Die Wal-

ze 20 ist mit einem Asynchronmotor 22 unter Zwischenschaltung einer Getriebeübersetzung 27 verbunden. Dieser Asynchronmotor wird von einem Wechselrichter 26 mit integrierter Drehzahl-/Winkelregelung 28 angesteuert. Der Asynchronmotor 22 ist mit  
5 einem Digitaltacho 25 ausgestattet, der pro Motorumdrehung eine Vielzahl von Impulsen abgibt, beispielsweise 1024. Das Ausgangssignal des Digitaltachos 25 wird der Drehzahlregelung als Drehzahlistwert zugeführt. Die Walze 20 weist eine Synchronisiermarke 23 auf. Läuft diese während einer Drehung der  
10 Walze an einem Sensor 24 vorbei, dann liefert dieser der Drehzahl-/Winkelregelung 28 einen Synchronisierimpuls. Somit ist der Drehzahl-/Winkelregelung die absolute Stellung der Walze zum Sensor 24 bekannt. Weiterhin empfängt die Drehzahl-/Winkelregelung 28 auch einen Synchronisierimpuls vom Sensor  
15 34 und die von einem Digitaltacho 35 generierten Impulse.

Auf der Walze 10 ist während des Prüfbetriebes das rechte Vorderrad des Kraftfahrzeugs positioniert. Die Walze 10 ist mit einem Asynchronmotor 12 unter Zwischenschaltung einer Ge-  
20 triebeübersetzung 17 verbunden. Dieser Asynchronmotor wird von einem Wechselrichter 16 mit integrierter Drehzahl-/Winkelregelung 18 angesteuert. Der Asynchronmotor 12 ist mit einem Digitaltacho 15 ausgestattet, der pro Motorumdrehung eine Vielzahl von Impulsen abgibt, beispielsweise 1024. Das Aus-  
25 gangssignal des Digitaltachos 15 wird der Drehzahlregelung als Drehzahlistwert zugeführt. Die Walze 10 weist eine Synchronisiermarke 13 auf. Läuft diese während einer Drehung der Walze an einem Sensor 14 vorbei, dann liefert dieser der Drehzahl-/Winkelregelung 18 einen Synchronisierimpuls. Somit  
30 ist der Drehzahl-/Winkelregelung die absolute Stellung der Walze zum Sensor 14 bekannt. Weiterhin empfängt die Drehzahl-/Winkelregelung 18 auch den Synchronisierimpuls vom Sensor 24 und die vom Digitaltacho 25 generierten Impulse.

35 Auf der Walze 40 ist während des Prüfbetriebes das rechte Hinterrad des Kraftfahrzeugs positioniert. Die Walze 40 ist mit einem Asynchronmotor 42 unter Zwischenschaltung einer Ge-

triebeübersetzung 47 verbunden. Dieser Asynchronmotor wird von einem Wechselrichter 46 mit integrierter Drehzahl-/Winkelregelung 48 angesteuert. Der Asynchronmotor 42 ist mit einem Digitaltacho 45 versehen, der pro Motorumdrehung eine  
5 Vielzahl von Impulsen abgibt, beispielsweise 1024. Das Ausgangssignal des Digitaltachos 45 wird der Drehzahlregelung als Drehzahlistwert zugeführt. Die Walze 40 weist eine Synchronisiermarke 43 auf. Läuft diese während einer Drehung der Walze an einem Sensor 44 vorbei, dann liefert dieser der  
10 Drehzahl-/Winkelregelung 48 einen Synchronisierimpuls. Weiterhin empfängt die Drehzahl-/Winkelregelung 48 auch den Synchronisierimpuls vom Sensor 14 und die vom Digitaltacho 15 generierten Impulse.

15 Auf der Walze 30 ist während des Prüfbetriebes das linke Hinterrad des Kraftfahrzeugs positioniert. Die Walze 30 ist mit einem Asynchronmotor 32 unter Zwischenschaltung einer Getriebeübersetzung 37 verbunden. Dieser Asynchronmotor wird von einem Wechselrichter 36 mit integrierter Drehzahl-/Winkelregelung 38 angesteuert. Der Asynchronmotor 32 ist mit einem  
20 Digitaltacho 35 ausgestattet, der pro Motorumdrehung eine Vielzahl von Tachoimpulsen abgibt, beispielsweise 1024. Das Ausgangssignal des Digitaltachos 35 wird der Drehzahlregelung als Drehzahlistwert zugeführt. Die Walze 30 weist eine Synchronisiermarke 33 auf. Läuft diese während einer Drehung der Walze an einem Sensor 34 vorbei, dann liefert dieser der  
25 Drehzahl-/Winkelregelung 38 einen Synchronisierimpuls. Weiterhin empfängt die Drehzahl-/Winkelregelung 38 auch den Synchronisierimpuls vom Sensor 44 und die vom Digitaltacho 45 generierten Impulse.  
30

Der in der FIG 1 dargestellte Kraftfahrzeugprüfstand erlaubt eine Prüfung von Front-, Heck- und Allradfahrzeugen. Im Betrieb des Prüfstandes wird jeweils einer der Walzen Masterfunktion und den anderen Walzen Slavefunktion zugeordnet. Für  
35 Fahrzeuge mit Frontantrieb ist beispielsweise der linken vorderen Walze 20 Masterfunktion zugeordnet. Für Fahrzeuge mit

Heckantrieb ist beispielsweise der rechten hinteren Walze 40 Masterfunktion zugeordnet. Für Fahrzeuge mit Allradantrieb kann beispielsweise der linken vorderen Walze 20 oder der linken hinteren Walze 30 Masterfunktion zugeordnet sein.

5

Soll der gezeigte Kraftfahrzeugprüfstand in der Betriebsart 1 „Walze treibt Auto“ zu einer Prüfung von Fahrzeugen mit Frontantrieb verwendet werden, dann ist - wie vorstehend bereits angegeben - der linken vorderen Walze 20 Masterfunktion zugeordnet. In dieser Betriebsart wird der Drehzahl-/Winkelregelung 28 von einer übergeordneten Steuerung 50 ein Drehzahl-sollwert vorgegeben. Die Drehzahl-/Winkelregelung 28 beeinflusst den Wechselrichter 26 in Abhängigkeit vom Drehzahl-sollwert derart, dass der Wechselrichter den Asynchronmotor 22 in Abhängigkeit vom Drehzahl-sollwert und dem jeweils geforderten Motormoment geeignet ansteuert. Dieser wiederum treibt über die Getriebeübersetzung 27 die Walze 20 an, so dass sich diese mit einer vom Drehzahl-sollwert abhängigen Drehzahl dreht.

20

In dieser Betriebsart, bei welcher der Walze 20 Masterfunktion zugeordnet ist, wird die in der Figur 1 gezeigte Ringstruktur der Regelung an der durch die gestrichelte Linie T1 bezeichneten Stelle aufgetrennt, da bezüglich des Masters lediglich eine Regelung auf die von der übergeordneten Steuerung 50 vorgegebene Solldrehzahl vorgenommen wird. Eine Fein- bzw. Winkelregelung in Abhängigkeit von den vom Digitaltacho 35 und dem Sensor 34 abgeleiteten Impulsen unterbleibt.

25

Soll der gezeigte Kraftfahrzeugprüfstand hingegen zu einer Prüfung von Fahrzeugen mit Heckantrieb verwendet werden, dann ist - wie bereits oben angegeben - der rechten hinteren Walze 40 Masterfunktion zugeordnet. In dieser Betriebsart wird der Drehzahl-/Winkelregelung 48 von der übergeordneten Steuerung 50 ein Drehzahl-sollwert vorgegeben. Die Drehzahl-/Winkelregelung 48 beeinflusst den Wechselrichter 46 in Abhängigkeit vom Drehzahl-sollwert derart, dass der Wechselrichter den A-

35



synchronmotor 42 in Abhängigkeit vom Drehzahlsollwert ansteuert. Dieser wiederum treibt über die Getriebeübersetzung 47 die Walze 40 an, so dass sich diese mit einer vom Drehzahlsollwert abhängigen Drehzahl dreht.

5

In dieser Betriebsart, bei welcher der Walze 40 Masterfunktion zugeordnet ist, wird die in der Figur 1 gezeigte Ringstruktur der Regelung an der durch die gestrichelte Linie T2 bezeichneten Stelle aufgetrennt, da bezüglich des Masters lediglich eine Regelung auf die von der übergeordneten Steuerung 50 vorgegebene Solldrehzahl vorgenommen wird. Eine Fein- bzw. Winkelregelung in Abhängigkeit von den vom Digitaltacho 15 und dem Sensor 14 abgeleiteten Impulsen unterbleibt.

10

Die FIG 2 zeigt ein detaillierteres Strukturbild der Regelung bei einer Betriebsart, bei welcher Fahrzeuge mit Frontantrieb geprüft werden und bei welcher das zu prüfende Fahrzeug im ungebremsten Zustand und ausgekuppelt auf den Walzen 10, 20, 30, 40 positioniert ist, d.h. in der Betriebsart 1 „Walze treibt Auto“. Bei dieser Betriebsart ist der vorderen linken Walze 20 Masterfunktion zugeordnet. Die weiteren Walzen 10, 30 und 40 werden der Walze 20 im Sinne einer elektronischen Gleichlaufregelung nachgeführt.

20

Aus der FIG 2 ist ersichtlich, dass jeder Walze 10, 20, 30, 40 ein eigener Regelkreis mit Asynchronmotor 12, 22, 32, 42 zugeordnet ist, der über eine Getriebeübersetzung 17, 27, 37, 47 die jeweilige Walze antreibt.

25

Der der Walze 20 zugeordnete Regelkreis weist einen Hochlaufgeber 28a, eine Drehzahl-/Lageistwerterfassung 28b, einen Addierer 28c, einen Weg-/Winkelregler 28d und einen Begrenzer 28e auf. Weiterhin gehören dem der Walze 20 zugeordneten Regelkreis ein Hochlaufgeber 26a, ein Addierer 26b, ein Drehzahlregler 26c, ein Begrenzer 26d, ein Stromregler 26e und ein Steuersatz 26f an.

30

35

Der der Walze 10 zugeordnete Regelkreis weist einen Hochlaufgeber 18a, eine Drehzahl-/Lageistwerterfassung 18b, einen Addierer 18c, einen Weg-/Winkelregler 18d und einen Begrenzer 18e auf. Weiterhin gehören dem der Walze 10 zugeordneten Regelkreis ein Hochlaufgeber 16a, ein Addierer 16b, ein Drehzahlregler 16c, ein Begrenzer 16d, ein Stromregler 16e und ein Steuersatz 16f an.

Der der Walze 40 zugeordnete Regelkreis weist einen Hochlaufgeber 48a, eine Drehzahl-/Lageistwerterfassung 48b, einen Addierer 48c, einen Weg-/Winkelregler 48d und einen Begrenzer 48e auf. Weiterhin gehören dem der Walze 40 zugeordneten Regelkreis ein Hochlaufgeber 46a, ein Addierer 46b, ein Drehzahlregler 46c, ein Begrenzer 46d, ein Stromregler 46e und ein Steuersatz 46f an.

Der der Walze 30 zugeordnete Regelkreis weist einen Hochlaufgeber 38a, eine Drehzahl-/Lageistwerterfassung 38b, einen Addierer 38c, einen Weg-/Winkelregler 38d und einen Begrenzer 38e auf. Weiterhin gehören dem der Walze 30 zugeordneten Regelkreis ein Hochlaufgeber 36a, ein Addierer 36b, ein Drehzahlregler 36c, ein Begrenzer 36d, ein Stromregler 36e und ein Steuersatz 36f an.

Die Elemente 28a, 28b, 28c, 28d und 28e des der Walze 20 zugeordneten Regelkreises sind in der Figur 2 gestrichelt gezeichnet, da sie in der vorliegenden Betriebsart außer Betrieb sind, wie es in Figur 1 durch die gestrichelte Linie T1 angedeutet ist.

30

Dem Eingang des Hochlaufgebers 26a wird von einer übergeordneten Steuerung, beispielsweise über ein Bedienpanel, ein Drehzahlsollwert zugeführt. Dieser Hochlaufgeber hat eine Rampenfunktion, so dass der Drehzahlsollwert der folgenden Schaltung gemäß einer Rampe zugeführt wird. Dies bewirkt, dass der volle Drehzahlsollwert erst nach Ablauf eines vorgegebenen Zeitintervalles anliegt.

35

Das Ausgangssignal des Hochlaufgebers wird dem Addierer 26b  
 zugeführt, welchem mit negativem Vorzeichen der Drehzahlst-  
 wert vom Asynchronmotor 22, abgeleitet aus den Tachoimpulsen  
 vom Digitaltacho 25 zugeleitet wird. Das Ausgangssignal des  
 5 Addierers 26b gelangt an den Drehzahlregler 26c. Sein Aus-  
 gangssignal wird über den Begrenzer 26d dem Stromregler 26e  
 zugeführt, dessen Ausgang wiederum mit dem Steuersatz 26f  
 verbunden ist. Der Steuersatz setzt das Signal in elektrische  
 Impulse um, mittels derer die Halbleiterventile des Wechsel-  
 10 richters geeignet angesteuert werden. Der Asynchronmotor 22  
 treibt über die Getriebeübersetzung 27 die vordere linke Wal-  
 ze 20 an. Die sich am Asynchronmotor einstellende Motorspan-  
 nung bzw. der sich einstellende Motorstrom entspricht dann  
 der gewünschten Motordrehzahl und dem gewünschten Motordreh-  
 15 moment.

Dem Eingang des Hochlaufgebers 16a des der Walze 10 zugeord-  
 neten Regelkreises wird über die übergeordnete Steuerung 50  
 als grober Drehzahlsollwert der vom Asynchronmotor 22 abge-  
 20 leitete Istdrehzahlwert des Masters zugeführt. Dieser gelangt  
 über den Hochlaufgeber 16a an den Addierer 16b. Diesem wird  
 weiterhin ein Drehzahlkorrekturwert und mit negativem Vorzei-  
 chen der vom Digitaltacho 15 abgeleitete Drehzahlstwert zu-  
 geführt.

25 Der Drehzahlkorrekturwert, der dem Addierer 16b zugeführt  
 wird, wird unter Verwendung eines Versatzsollwertes, der vom  
 Digitaltacho 25 des Masters, der vom Digitaltacho 15, der vom  
 Sensor 24 des Masters und der vom Sensor 14 der Walze 10 ab-  
 30 geleiteten Impulse ermittelt. Der Versatzsollwert wird von  
 der übergeordneten Steuerung 50 vorgegeben und dem Addierer  
 18c über den Hochlaufgeber 18a zugeführt. Aus den von den Di-  
 gitaltachos 25 und 15 und den von den Sensoren 24 und 14 ab-  
 geleiteten Impulsen wird in der Drehzahl-/Lageistwerterfas-  
 35 sung 18b ein Lagedifferenzsignal ermittelt und mit negativem  
 Vorzeichen dem Addierer 18c zugeleitet.

Das Ausgangssignal des Addierers 18c wird dem Weg-/Winkelregler 18d zugeführt. Dessen Ausgangssignal gelangt über den Begrenzer 18e an den Addierer 16b und beeinflusst die nachfolgende Drehzahlregelung im Sinne einer Feinkorrektur.

5

Das Ausgangssignal des Addierers 16b gelangt an den Drehzahlregler 16c. Dessen Ausgangssignal wird über den Begrenzer 16d dem Stromregler 16e zugeführt. In dem sich dem Stromregler anschließenden Steuersatz wird das Signal in elektrische Impulse umgesetzt, mittels derer der Asynchronmotor 12 über Halbleiterventile (IGBTs) angesteuert wird. Der Asynchronmotor 12 treibt über die Getriebeübersetzung 17 die vordere rechte Walze 10 an.

10

Dem Eingang des Hochlaufgebers 46a des der Walze 40 zugeordneten Regelkreises wird über die übergeordnete Steuerung 50 als grober Drehzahlsollwert der vom Asynchronmotor 22 abgeleitete Istdrehzahlwert des Masters zugeführt. Dieser gelangt über den Hochlaufgeber 46a an den Addierer 46b. Diesem wird weiterhin ein Drehzahlkorrekturwert und mit negativem Vorzeichen der vom Impulsgeber 45 abgeleitete Drehzahlwert zugeführt.

20

Der Drehzahlkorrekturwert, der dem Addierer 46b zugeführt wird, wird unter Verwendung eines Versatzzollwertes, der vom Digitaltacho 15 des Asynchronmotors 12, der vom Digitaltacho 45, der vom Sensor 14 der Walze 10 und der vom Sensor 44 der Walze 40 abgeleiteten Impulse ermittelt. Der Versatzzollwert wird von der übergeordneten Steuerung 50 vorgegeben und dem Addierer 48c über den Hochlaufgeber 48a zugeführt. Aus den von den Digitaltachos 15 und 45 und den von den Sensoren 14 und 44 abgeleiteten Impulsen wird in der Drehzahl-/Lageistwerterfassung 48b ein Lagedifferenzsignal ermittelt und mit negativem Vorzeichen dem Addierer 48 c zugeleitet.

25

30

35

Das Ausgangssignal des Addierers 48c wird dem Weg-/Winkelregler 48d zugeführt. Dessen Ausgangssignal gelangt über den Be-

grenzer 48e an den Addierer 46b und beeinflusst die nachfolgende Drehzahlregelung im Sinne einer Feinkorrektur.

Das Ausgangssignal des Addierers 46b gelangt an den Drehzahlregler 46c. Dessen Ausgangssignal wird über den Begrenzer 46d dem Stromregler 46e zugeführt. In dem sich dem Stromregler anschließenden Steuersatz wird das Signal in elektrische Impulse umgesetzt, mittels derer der Asynchronmotor 42 über Halbleiterventile (IGBTs) angesteuert wird. Der Asynchronmotor 42 treibt über die Getriebeübersetzung 47 die hintere rechte Walze 40 an.

Dem Eingang des Hochlaufgebers 36a des der Walze 30 zugeordneten Regelkreises wird über die übergeordnete Steuerung 50 als grober Drehzahl Sollwert der vom Asynchronmotor 22 abgeleitete Ist Drehzahlwert des Motors zugeführt. Dieser gelangt über den Hochlaufgeber 36a an den Addierer 36b. Diesem wird weiterhin ein Drehzahlkorrekturwert und mit negativem Vorzeichen der vom Impulsgeber 35 abgeleitete Drehzahl Istwert zugeführt.

Der Drehzahlkorrekturwert, der dem Addierer 36b zugeführt wird, wird unter Verwendung eines Versatzzollwertes, der vom Digitaltacho 45 des Asynchronmotors 42, der vom Digitaltacho 35, der vom Sensor 44 der Walze 40 und der vom Sensor 34 der Walze 30 abgeleiteten Impulse ermittelt. Der Versatzzollwert wird von der übergeordneten Steuerung 50 vorgegeben und dem Addierer 38c über den Hochlaufgeber 38a zugeführt. Aus den von den Digitaltachos 45 und 35 und den von den Sensoren 44 und 34 abgeleiteten Impulsen wird in der Drehzahl-/Lageistwerterfassung 38b ein Lagedifferenzsignal ermittelt und mit negativem Vorzeichen dem Addierer 38c zugeleitet.

Das Ausgangssignal des Addierers 38c wird dem Weg-/Winkelregler 38d zugeführt. Dessen Ausgangssignal gelangt über den Begrenzer 38e an den Addierer 36b und beeinflusst die nachfolgende Drehzahlregelung im Sinne einer Feinkorrektur.

Das Ausgangssignal des Addierers 36b gelangt an den Drehzahlregler 36c. Dessen Ausgangssignal wird über den Begrenzer 36d dem Stromregler 36e zugeführt. In dem sich dem Stromregler anschließenden Steuersatz wird das Signal in elektrische Impulse umgesetzt, mittels derer der Asynchronmotor 32 über Halbleiterventile (IGBTs) angesteuert wird. Der Asynchronmotor 32 treibt über die Getriebeübersetzung 37 die hintere linke Walze 30 an.

10 Mittels der in der Figur 2 gezeigten Regelstruktur werden die Slavefunktion aufweisenden Walzen 10, 30 und 40 im Winkelgleichlauf zur Walze 20 betrieben, welcher Masterfunktion zugeordnet ist. Dem Regelkreis der Walze 20 wird von einer übergeordneten Steuerung ein Drehzahlsollwert vorgegeben. Der  
15 Drehzahlwert des der Walze 20 zugeordneten Asynchronmotors 22 wird erfasst und als grober Drehzahlsollwert über die übergeordnete Steuerung 50 den den Walzen 10, 30 und 40 zugeordneten Drehzahl-/Winkelreglern zugeführt.

20 Eine Auftrennung der Ringstruktur der Regelung wird beim gezeigten Ausführungsbeispiel durch ein Außerbetriebsetzen des Weg-/Winkelreglers 28d erreicht, was in der Figur 2 durch die gestrichelten Linien angedeutet ist. Dieses Außerbetriebsetzen kann beispielsweise durch ein Sperren des Winkelreglers  
25 erfolgen.

Mittels der Begrenzer 16d, 26d, 36d und 46d kann das Ausgangssignal des jeweiligen Drehzahlreglers 16c, 26c, 36c und 46c begrenzt werden, um eine Überlastung des jeweiligen  
30 Asynchronmotors 12, 22, 32, 42 zu verhindern.

Mittels der Begrenzer 18e, 38e und 48e kann der am Ausgang des jeweiligen Weg-/Winkelreglers 18d, 38d und 48d vorliegende Zusatzsollwert auf einen vorgegebenen Maximalwert begrenzt  
35 werden. Die Geschwindigkeit der Versatzwinkelverstellung wird dadurch einstellbar.

Die FIG 3 zeigt ein detaillierteres Strukturbild der Regelung in Betriebsart 2 „Auto treibt Walze“ für Fahrzeuge mit Frontantrieb. Demnach ist auch in Figur 3 der vorderen linken Walze 20 Masterfunktion zugeordnet. Die weiteren Walzen 10, 30 und 40 werden der Walze 20 im Sinne einer elektronischen Gleichlaufregelung nachgeführt.

Das in der FIG 3 gezeigte Strukturbild unterscheidet sich von dem in der FIG 2 gezeigten Strukturbild dadurch, dass bei der FIG 3 dem die Bauteile 26a, 26b, 26c, 26d, 26e und 26f aufweisenden Drehzahlregelkreis der Drehzahl Sollwert Null vorgegeben wird und keinerlei Motordrehmoment zugelassen wird (Drehmomentbegrenzung gleich Null). In der FIG 3 ist dies durch die gestrichelten Linien angedeutet.

Die Solldrehzahl wird bei dieser Betriebsart vom Fahrer des Testfahrzeugs durch eine entsprechende Betätigung des Gaspedals vorgegeben. Die entsprechende Istdrehzahl der Walze 20 bzw. des dieser zugeordneten Motors 22 wird erfasst und dem der Walze 10 zugeordneten Regelkreis als Drehzahl Sollwert zugeführt. Ansonsten erfolgt die Gleichlaufregelung ebenso wie es oben anhand von Figur 2 beschrieben wurde.

Wird bei den vorstehend beschriebenen Regelvorgängen zusätzlich zum Winkelgleichlauf (Gleichlauf aller vier Räder) auch ein Synchronisieren (Reproduzierbarkeit des Fahrbahnbelages) und eine Versatzwinkleinstellung (Änderung des Fahrbahnbelags) gefordert, so müssen auch die vom jeweiligen Sensor 14, 24, 34, 44 abgeleiteten Synchronisierimpulse bzw. Nullimpulse ausgewertet werden, die eine bestimmte Lage an der Walze kennzeichnen. Bei diesem Synchronisiervorgang werden die Synchronimpulse vom jeweiligen Master und dem jeweiligen Slave in eine bestimmte Lage zueinander gebracht. Der Winkelversatz zwischen den beiden Synchronisiermarken ist dabei durch die Anzahl der einlaufenden Tachoimpulse des jeweiligen Slaveantriebs zwischen den beiden Synchronisiermarken charakterisiert.

Werden in der gleichen Betriebsart 2 Fahrzeuge mit Heckantrieb geprüft, ist der hinteren rechten Walze 40 Masterfunktion zugeordnet. Zur Realisierung dieser Betriebsart erfolgt eine entsprechende Auftrennung des Regelkreises durch eine  
5 nicht erfolgte Winkelreglerfreigabe an 48d. Dem Drehzahlregler 46c wird der Drehzahlsollwert Null vorgegeben. Die Drehmomentenbegrenzung 46d wird auf Null gesetzt.

Werden in Betriebsart 2 „Auto treibt Walze“ Drehmomentbegren-  
10 zungen ungleich 0 vorgegeben, so können bei Betrieb des Fahrzeugs aufgrund des übersteuerten Drehzahlreglers (Drehzahlsollwert gleich Null, Drehzahlistwert ungleich Null) gezielt Drehmomente auf den Motor und über die Getriebeübersetzung auf die Walze gegeben werden, die je nach Momentenrichtung  
15 ein Berg- bzw. Talfahrt simulieren.

Ein Fahrzeugprüfstand gemäß der Erfindung ist nach alledem in einer Vielzahl verschiedener Betriebsarten betreibbar, wobei ein Übergang zwischen den möglichen Betriebsarten schnell und  
20 einfach durch eine elektronische Vorgabe von Parametern erfolgen kann.



## Patentansprüche

1. Verfahren zur Gleichlaufregelung bei einem Kraftfahrzeug-  
prüfstand, welcher vier Walzen und vier Asynchronmotoren auf-  
weist, wobei jeder der Asynchronmotoren zum Antrieb einer der  
Walzen dient und wobei jeder Walze eine Regeleinheit zugeord-  
net ist,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
die Gleichlaufregelung elektronisch erfolgt.

10

2. Verfahren nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
die Gleichlaufregelung gemäß einer Ringstruktur erfolgt.

15

3. Verfahren nach Anspruch 2,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
die Ringstruktur in Abhängigkeit von vorgebbaren Parametern  
auftrennbar ist.

20

4. Verfahren nach Anspruch 3,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
die vorgebbaren Parameter Auskunft über die Antriebsart der  
zu prüfenden Kraftfahrzeuge geben.

25

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
zur Simulation einer Berg- oder Talfahrt eine Drehmomenten-  
vorgabe erfolgt.

30

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
die Walzen relativ zueinander verdreht werden können und die  
Gleichlaufregelung im Sinne einer Aufrechterhaltung der rela-  
tiven Verdrehung erfolgt.

35

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet, dass

- einer ersten der vier Walzen Masterfunktion zugeordnet wird,
- der Drehzahl-/Winkelregelung der die Masterfunktion ausübenden Walze ein Drehzahlsollwert vorgegeben wird,
- 5 - der Drehzahlistwert der die Masterfunktion ausübenden Walze erfasst wird,
- der erfasste Drehzahlistwert der die Masterfunktion ausübende Walze der Drehzahl-/Winkelregelung einer zweiten der vier Walzen als Drehzahlsollwert vorgegeben wird,
- 10 - der Drehzahlistwert der zweiten Walze erfasst wird, und
- die Drehzahl der zweiten Walze so geregelt wird, dass der Drehzahlistwert mit dem Drehzahlsollwert übereinstimmt.

8. Verfahren nach Anspruch 7,

- 15 dadurch gekennzeichnet, dass  
der Drehzahlsollwert der die Masterfunktion ausübenden Walze  
von einer übergeordneten Steuerung oder über eine Betätigung  
des Gaspedals des Fahrzeugs vorgegeben wird.

20 9. Verfahren nach Anspruch 7 oder 8,

- dadurch gekennzeichnet, dass
- der Drehzahlistwert der die Masterfunktion ausübenden Walze der Drehzahl-/Winkelregelung einer dritten der vier Walzen als Drehzahlsollwert vorgegeben wird,
  - 25 - der Drehzahlistwert der dritten Walze erfasst wird, und
  - die Drehzahl der dritten Walze so geregelt wird, dass der Drehzahlistwert mit dem Drehzahlsollwert übereinstimmt.

10. Verfahren nach Anspruch 9,

- 30 dadurch gekennzeichnet, dass
- der Drehzahlistwert der die Masterfunktion ausübenden Walze der Drehzahl-/Winkelregelung der vierten Walze als Drehzahlsollwert vorgegeben wird,
  - der Drehzahlistwert der vierten Walze erfasst wird, und
  - 35 - die Drehzahl der vierten Walze so geregelt wird, dass der Drehzahlistwert mit dem Drehzahlsollwert übereinstimmt.

11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
von jeder der Walzen ein Synchronisierimpuls pro Umdrehung  
abgeleitet wird und dieser beim Regelvorgang berücksichtigt  
5 wird.

12. Verfahren nach Anspruch 11  
dadurch gekennzeichnet, dass  
der Drehzahl-/Winkelregelung einer Walze ein von der in der  
10 Ringstruktur vorhergehenden Walze abgeleiteter Synchronisier-  
impuls und ein von der der Regeleinheit zugehörigen Walze ab-  
geleiteter Synchronisierimpuls zugeführt wird, die Anzahl der  
zwischen diesen beiden Synchronisierimpulsen auftretenden Im-  
pulse eines Tachos gezählt werden und der erhaltene Zählwert  
15 zur Einstellung eines gewünschten Versatzes zwischen beiden  
Walzen verwendet wird.

13. Vorrichtung zur Durchführung eines Verfahrens nach einem  
der Ansprüche 1-12.  
20

## Zusammenfassung

Verfahren zur Gleichlaufregelung bei einem Kraftfahrzeugprüfstand

5

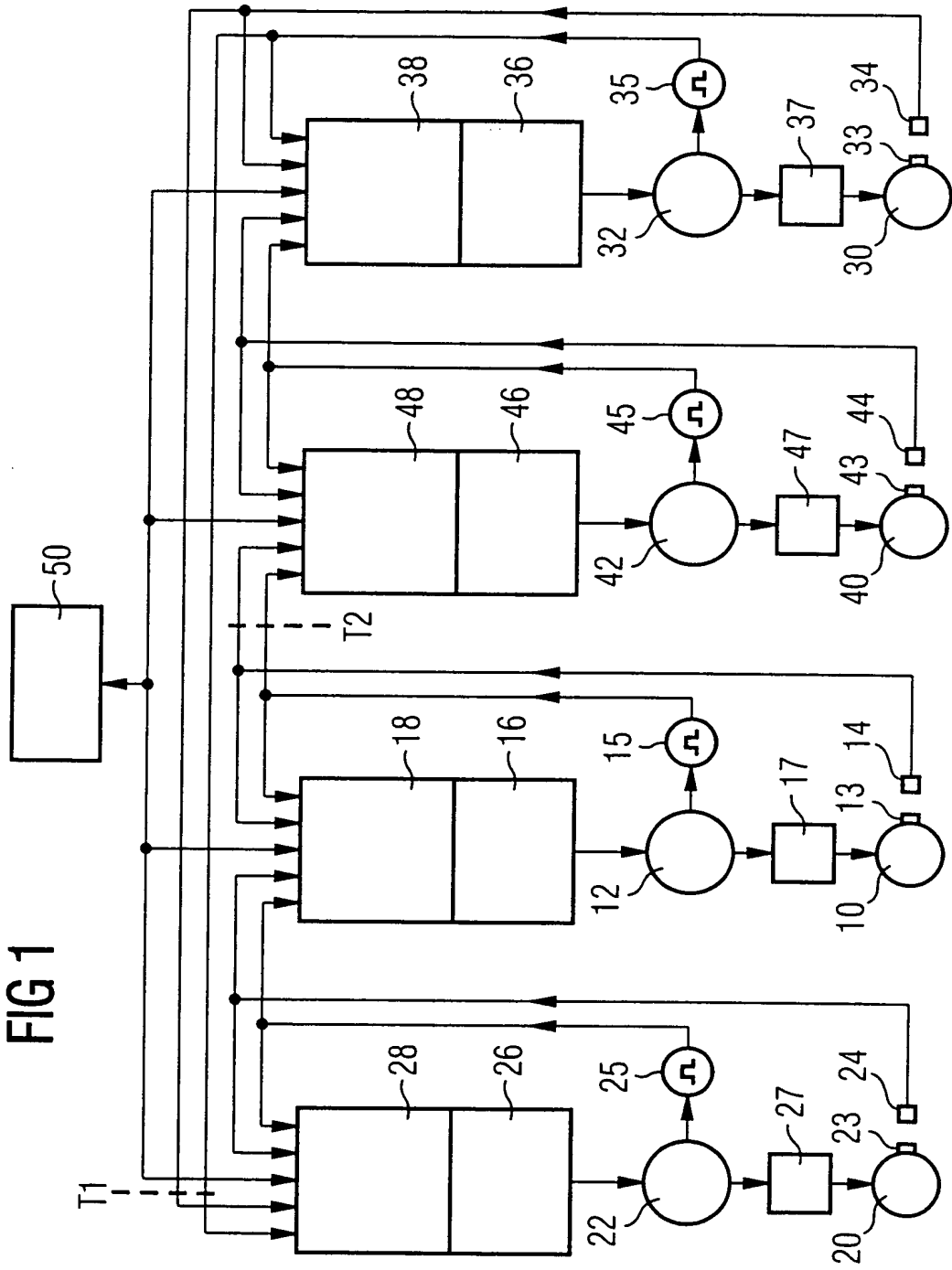
Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Gleichlaufregelung bei einem Kraftfahrzeugprüfstand, welcher vier Walzen und vier Asynchronmotoren aufweist. Jeder der Asynchronmotoren dient zum Antrieb einer der Walzen. Jeder Walze ist eine

10

Drehzahl-/Winkelregelung zugeordnet. Die Gleichlaufregelung erfolgt auf elektronischem Wege und wird im Sinne einer Ringstruktur vorgenommen.

FIG 1

FIG 1



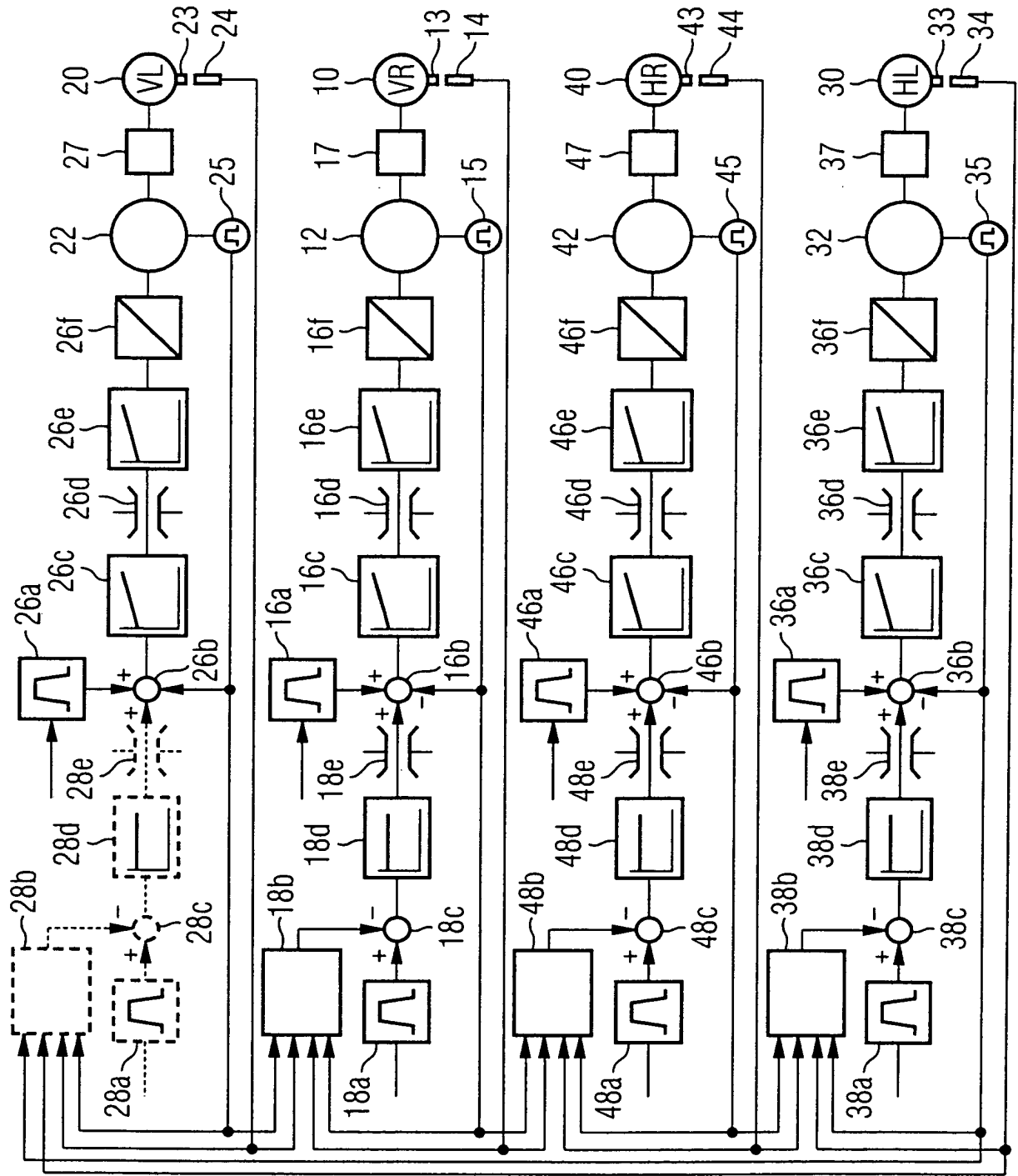


FIG 2

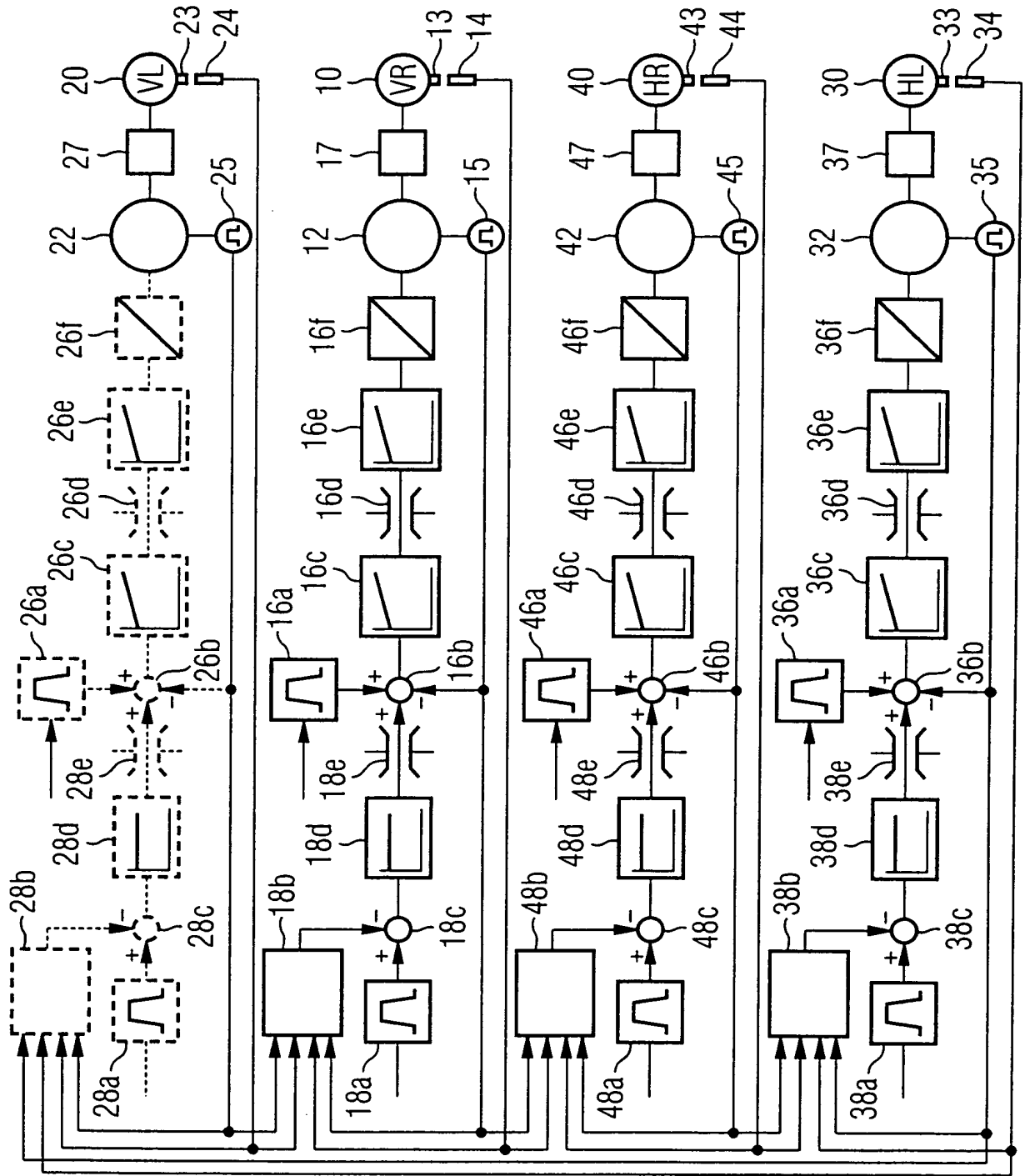


FIG 3